

Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

Studentski rad

PROBLEM KRUŠKINOG PIKCA
(*Gymnosporangium fuscum* DC.)
U URBANIM SREDINAMA

Maja Šimpraga

Zagreb, 2002.

Zahvaljujem prof.dr.sc. B. Cvjetkoviću, predstojniku Zavoda za fitopatologiju i voditelju ovog rada, na stručnom vođenju i savjetovanju kao i na korisnim informacijama, te što mi je omogućio izradu rada u laboratoriju Zavoda.

Ujedno zahvaljujem svi djelatnicima Zavoda na podršci i strpljivosti tijekom vremena izrade rada.

Posebno se zahvaljujem mr. sc. Tihomiru Miličeviću na izuzetno velikoj pomoći, Mladenu Poletti Kopešiću na pomoći pri provođenju pokusa, Saši Šimpragi na korisnim lingvističkim savjetima te Antunu Bahatu pri izradi fotografija.

Maja Šimpraga

Sadržaj

1. Uvod	3
1.1. Borovice (<i>Juniperus sp.</i>), primarni domaćini gljivice <i>Gymnosporangium</i> (prema Kernu)	4
1.2. Karakteristike kruške, sekundarnog domaćina gljivice <i>Gymnosporangium fuscum</i> DC	6
1.3. Međuodnos gljivice <i>Gymnosporangium fuscum</i> DC. i planinske somine <i>Juniperus sabina</i> L.	7
2. Cilj istraživanja	10
3. Materijal i metode rada	11
4. Rezultati	14
5. Rasprava	18
6. Zaključak	20
7. Sažetak	21
8. Popis literature	22

1. Uvod

U uvjetima globalnog zatopljenja dolazi do prijelaza nekih mediteranskih bolesti na kontinentalna područja gdje ih ranije nije bilo. Gljivica *Gymnosporangium fuscum* DC. sinonima *Gymnosporangium sabinae* Wint. uzročnik je bolesti kruškina pikca ili kruškine hrđe (Slika 1.) sve češće prisutne u kontinentalnom dijelu Republike Hrvatske.



Slika 1. Simptomi bolesti kruškin pikac, na licu i naličju lista kruške

Sve vrste roda *Gymnosporangium* spadaju u parazitske gljive reda *Uredinales*, odnosno hrđe, porodicu *Pucciniaceae*, a prvi rod hrđe 1729. godine opisuje Micheli, koju naziva *Puccinia*. Najveći doprinos

izučavanju kruškine hrđe donio je Oersted koji je 1865. prvi uočio odnos između teliostadija *Gymnosporangium sabinae* Wint. i planinske somine, *Juniperus sabina* L., odnosno ecidijskog stadija *Roestelia cancellata* Rebent. na krušci, *Pyrus communis* (Grasso, 1956.), a 1905. godine ime roda *Gymnosporangium* prvi spominje De Candolle u "Flori Francuske" ("Flora Francaise").

Spomenuta bolest kruške i somine stoljećima je poznata u Europi, Aziji i sjevernoj Africi, a pojavljuje se i u sjevernoj Americi gdje je introducirana uvozom *Juniperusa* iz Europe u Kanadsku Britansku Kolumbiju (prema podacima Canadian Food Inspection Agency iz 1986.) te u Sjedinjene Američke Države, isprva na teritoriju Kalifornije, a kasnije i drugdje (McCain et Rosenberg, 1961.).

Na području Republike Hrvatske *Gymnosporangium fuscum* je rasprostranjen u Dalmaciji, Primorju i Istri (Kišpatić, 1992.) gdje se učestalo pojavljuje, a zadnjih godina proširio se i u kontinentalni dio zemlje gdje je do sada zabilježen u Daruvaru, Grubišnom polju, Jastrebarskom, Karlovcu, Oroslavju, Samoboru, Zelini i Zagrebu (Cvjetković, 1999). Prisutnost bolesti u urbanim sredinama već ostvaruje određeni kontinuitet. Oboljenje nalazimo na pojedinačnim stablima i manjim skupinama stabala u kućnim vrtovima, a gdje u blizini raste i somina. U Hrvatskoj gljivica *Gymnosporangium fuscum* je determinirana uz još dvije vrste navedenog roda, a to su *Gymnosporangium clavariiforme* (Wulf.exPers.) DC. i *Gymnosporangium gracile* Pat.(Cvjetković et Svrđlin,1975.). Uz već napomenuto, *Gymnosporangium fuscum* parazitira na krušci, *Gymnosporangium clavariiforme*, na vrstama iz rodova *Pyrus*,

Cydonia, *Crataegus*, *Cotoneaster*, *Amelanchier* i *Sorbus*, dok *Gymnosporangium gracile* parazitira na dunji i glogu (Kern, 1972.).

Teško je zapravo precizirati koliko je vrsta *Gymnosporangium* na svijetu. Prema Kernu postoji 46-48 vrsta ovoga roda a to uključuje rodove za ecidiostadij i rodove za teliostadij. Domaćini ecidiostadija uključuju rodove: *Amelanchier*, *Amelosorbus*, *Aronia*, *Ceanomeles*, *Comptonia*, *Cotoneaster*, *Crataegomespilus*, *Crataegus*, *Cydonia*, *Fendlera*, *Gillenia*, *Heteromeles*, *Macromeles*, *Malus*, *Mespilus*, *Micromeles*, *Myrica*, *Peraphyllum*, *Philadelphus*, *Photinia*, *Pyrus*, *Sorbus*. Dok u teliostadij spadaju slijedeći: *Calocedrus* (*libocedar*), *Chamaecyparis* (*pačempres*), *Cupressus* (*čempres*), te *Juniperus* vrste (*borovice*). Grasso (1956.) navodi da u Europi postoji samo 9 vrsta gljivice *Gymnosporangium*.

1.1. Borovice (*Juniperus* sp.), primarni domaćini gljivice *Gymnosporangium* (prema Kernu)

Borovice, odnosno rod *Juniperus* obuhvaća zimzelene grmove ili manje drveće iz porodice čempresa, *Cupresseceae*, koji imaju igličaste ili ljuskaste listove prema temelju čega je izvršena i njihova podjela. Na mladim biljkama lišće je uvijek igličasto, dok na starim je sve igličasto ili je sve ljuskasto ili pak kombinacija dvaju. U pazušcima listova imaju dvodomne rjeđe jednodomne cvjetove. Ženski cvjetovi su sastavljeni od većeg broja ljuskastih listića, dok muški imaju oblik resa. Od ženskih cvjetova najgornji nose po 1-2 sjemenka zametka. Interesantno je da se oplodnja izvrši tek nakon godinu dana poslije oprašivanja, a nakon oplodnje razvijaju se mesnati češeri u obliku bobica gdje su smještene sjemenke.

Iz roda *Juniperus* ima nekoliko vrsta, a koji su domaćini gljivice *Gymnosporangium*. Obična borovica, *Juniperus communis* L., rasprostranjena je po cijeloj Europi, sjevernoj Aziji, sjevernoj Americi te sjevernoj Africi. U Hrvatskoj se često susreće na pašnjacima i prorijeđenim šumama, a karakteriziraju je bodljikavi igličasti listovi koji dolaze u pršljenima. Njene bobice (*Baccae juniperi*) su 6-9 mm debele te dozrijevaju tek u drugoj ili trećoj godini, a služe kao začim, upotrebljavaju se u ljekarstvu, a osim bobica koristi se i drvo (*Lignum juniperi*), proizvodi se rakija, te se od bobica proizvodi i mirisno eterično ulje, *Oleum juniperi baccarum*. Na njoj mogu doći vrste gljivice *Gymnosporangium amelanchieris* Fisch.ex Kern, *Gymnosporangium clavariiforme* (Pers.) DC., *Gymnosporangium torminali-juniperinum* (Fisch. ex Kern). Potom

klečica, *Juniperus nana*, nizak grm planinskih područja te važan pokrivač tla na kojoj može doći *Gymnosporangium gaeumannii* H.Zogg. Poznata je i vrlo izdržljiva vrsta smrika ili smrič, *Juniperus oxycedrus* L., rasprostranjena u Sredozemlju. Iz njenih zrelih tamnocrvenih bobica dobiva se rakija smrikovača i eterično ulje. Na njoj može prezimjeti gljivica i to vrsta *Gymnosporangium gracile* Pat.

Borovice s ljuskastim listovima uključuju *Juniperus phoenicea* L., gluhačuša ili primorska somina, domaćin je *Gymnosporangium atlanticum* Guyot&Malencon. Zatim virginijsku borovicu, *Juniperus virginiana* L., do 30 m visoko drvo, a učestalo se uzgaja u parkovima gradova, te se upotrebljava u proizvodnji olovaka i za izradu namještaja. Domaćin je *Gymnosporangium clavipes* Cke.&Pk., *Gymnosporangium effusum* Kern. Bull., *Gymnosporangium exiguum* Kern. Bull., *Gymnosporangium exterum* Arth.& Kern, *Gymnosporangium floriforme* Thaxt.& Kern, *Gymnosporangium globosum* Farl., *Gymnosporangium juniperi-virginianae* Schw.Schr., *Gymnosporangium nidus-avis* Thaxt.Conn. te *Gymnosporangium trachysorum* Kern ex Arth.

U ovom istraživanju glavna pažnja usmjerena je na borovicu s ljuskastim listovima planinska somina, *Juniperus sabina* L. ili *Sabina officinalis* Gracke. koja raste u gorskim krajevima Europe i zapadne Azije. Planinska somina je kosi ili puzavi grm visok do 5 metara češće više manje pognute krošnje, sa granama koje se od tla nalaze pod kutom od 45 stupnjeva. Njeni izbojci su okrugli do malo bridasti, a kada se protrljaju kao i njeno ljuskasto lišće imaju neugodan miris. Taj miris dolazi od ulja, pa se i koristi u medicini kao *Oleum sabinae* čija je glavna sastavnica alkohol sabinol (Schimmel & Co., 1895). U mladih biljaka i sterilnih grana lišće ima oblik 4mm dugih iglica. Plod somine je okrugli do jajolik, plavkasto crne boje te visi na savinutoj stapci sadržavajući 1-3 sjemenke. Njeno lišće i plodovi su otrovni, dok se vršci njenih grana upotrebljavaju u veterinarskoj medicini kao *Herba sabinae*. Biljka je veoma tolerantna na hladnoću, sušu i različite plinove, te nema posebnih zahtjeva u svezi tla, pa je i veoma cijenjena i korištena biljka u uređenju krajobraza. Ona može biti domaćin *Gymnosporangium fuscum* DC., *Gymnosporangium confusum* Plowr. te *Gymnosporangium fusisporum* Fisch.

1.2. Karakteristike kruške, sekundarnog domaćina gljivice *Gymnosporangium fuscum*

Kruška (*Pyrus communis* L.), kao vrlo rentabilna voćna vrsta, u svjetskoj proizvodnji zauzima četvrto mjesto budući da daje obilne prinose dobre kvalitete. Najveći proizvođač u Europskoj Uniji i u svijetu je Italija, ako izuzmemo Kinu koja proizvodi "nashi" sorte koje nemaju trgovačkog značenja u svjetskim razmjerima. Uzgaja se u velikim i malim voćnjacima, može doći u konsocijaciji s ostalim vrstama, kao soliter ili u manjem broju u kućnim vrtovima urbanih sredina.

Zapravo od svih vrsta roda *Pyrus* samo njih nekoliko ima značenje u voćarskoj proizvodnji, bilo pri stvaranju sorata (kultivara) ili pri korištenju kao podloge. U najvažnije vrste, između ostalih, spada i vrsta *Pyrus communis* L., autohtona u zapadnoj, srednjoj i južnoj Europi te sve do zapadne Azije s podvrstama *Pyrus communis* ssp. *Pyrausta* L., *Pyrus communis* ssp. *nivalis* Jacq. i *Pyrus communis* ssp. *salvifolia* DC. Sorte krušaka nastale od specijesa *Pyrus communis* i njezinih subspecijesa zovemo europskim sortama. Pripadaju redu *Rosales*, porodici *Rosaceae*, potporodici *Pomoideae*. Karakterizira ih podrasla plodnica i dvospolni pentamerni cvjetovi s mnogo prašnika koji čine cvat gronju ili corymbus.

Kod krušaka je važno poznavati vrijeme cvatnje svake pojedine sorte, koje varira pod utjecajem vanjskih čimbenika, jer se samo na osnovi toga može izvršiti izbor područja za uzgoj krušaka i izbor sorti u voćnjaku koje će se u dovoljnoj mjeri podudarati u vremenu cvatnje budući da su sorte krušaka autoinkompatibilne, odnosno ne mogu se oploditi polenom iste sorte. Oplode se polenom druge sorte. Krušku karakterizira zametanje i razvoj ploda bez oplodnje tj. partenokarpija, s tim da od svih voćnih vrsta koje se uzgajaju u umjereno kontinentalnoj klimi kruška je najsklonija partenokarpiji, genetski uvjetovanom svojstvu pojedinih sorti. Partenokarpni plodovi razlikuju se po vanjskom izgledu (izduženiji su) i organoleptičkim svojstvima ploda (slabiji su u kvaliteti okusa od plodova koji su se normalno razvili nakon oplodnje). Takvi plodovi se obično razvijaju kad je oplodnja slaba budući da im uz plodove s razvijenim sjemenkama ne pritječe dovoljno hranjiva. U onim godinama gdje vanjski uvjeti nisu povoljni za oprašivanje, partenokarpni plodovi mogu povećati prirodu, međutim, u našim klimatskim uvjetima takvi plodovi neće zadovoljiti visinu priroda. Kruška zahtijeva dublja, dobro drenirana, teksturno lakša tla neutralne do slabo kisele reakcije (pH=5,5-7,0) kako bi se omogućilo korjenovoj mreži ravnomjerno rasprostiranje u lateralnom i dubinskom smjeru.

Sorta kruške je klon tj. vegetativno potomstvo jednog stabla i razmnožava se isključivo vegetativnim putem, stoga se sorte krušaka razmnožavaju cijepljenjem na jednu od podloga koja je kompatibilna s dotičnom sortom. Cijepljena stabla su zapravo prisilan mutualizam dvaju organizama, podloge (hipobionta) i plemke (epibionta). Ukoliko su sorte inkompatibilne, koriste se tzv. međupodloge koje moraju biti odgovarajuće spram podloge i sorte. Podloga utječe na generativna i vegetativna svojstva, a najjače na bujnost rasta sorte tako da slabo bujne podloge utječu na raniji početak rodnosti. Selekcija je usmjerena na pronalaženje podloga otpornijih na najopasnije bolesti, a intenziviranje proizvodnje dovodi do potrebe za podlogama još slabije bujnosti od postojećih.

Kruške spadaju u kvalitetno voće, a najviše ih se koristi u svježem stanju kao stolno voće, a oko 15,5% od ukupno registrirane proizvodnje preradi se u različite prerađevine (Gliha, 1997.). Najviše se krušaka preradi u kompote, zatim u pire koji služi za proizvodnju dječje hrane, sokove, voćne salate, sušene kruške te za proizvodnju rakije. Za industrijsku preradu najviše se koristi sorta Vilijamovka budući da su njezini plodovi najkvalitetniji za svu vrstu kvalitetnih prerađevina.

1.3. Međuodnos gljivice *Gymnosporangium fuscum* i planinske somine *Juniperus sabina* L.



Slika 2. Teleutosorusi *Gymnosporangium fuscum* na *Juniperusu*

Gymnosporangium fuscum gljivica i *Juniperus sabina* u kontekstu bolesti su neodvojivi. Nema potpunog razvoja gljivice u odsutnosti somine i obratno. Kako bi upotpunila svoj ciklus, gljivica zahtijeva dva različita domaćina. Dakle, potpunom razvoju bolesti potreban je i sekundarni domaćin – kruška. Simptomi na *Juniperusu*, primarnom domaćinu, posve se razlikuju od simptoma na sekundarnom domaćinu kruški. Na *Juniperusu* simptomi su vidljivi potkraj ožujka i to u vidu žuto-narančastih

jezičastih bočno stisnutih želatinoznih izraštaja na njegovim granama što je karakteristika svih vrsta roda *Gymnosporangium*. Dobro su uočljivi i predstavljaju tzv. teleutosoruse (Slika 2.) koji su veličine 5-8 ili 10 mm prema Kernu (1972.), prema Glavašu (1999.) veličine su čak do 2 cm, dok je ovim istraživanjem utvrđeno da

moгу biti i bitno veći od 2 cm. Rastom proljetnih temperatura iznad 8-10°C (Cvjetković, 1999.), teleutosorusi započinju razvoj i produkciju teliospore poslije obilnijeg kišovitoг razdoblja. Teliospore se anemohorijom (vjetrom) prenose na sekundarnog domaćina krušku, potom teliospore kliju u bazidiju, a na njoj se razvijaju četiri bazidiospore koje će konačno zaraziti krušku. Nakon određenog perioda teleutosorusi se posuše (Slika 3.) i više ne mogu inficirati kruške.

Ciklus razvoja bolesti se potom nastavlja na krušci kao sekundarnoj biljci domaćinu. Simptomi se pojavljuju na lišću u travnju i svibnju. Rijetko se pojavljuju na granama i plodovima, ali



Slika 3. Osušeni teleutosorusi *Gymnosporangium fuscum* na *Juniperusu*.

ima zabilježenih slučajeva (Cvjetković, 1999). Ukoliko dođe do zaraze plodova oni se deformiraju uslijed nastanka ecidija. Budući da se plodovi stvaraju kasnije ne dolazi do čestih zaraza jer se u tom periodu formiranja teleutosorusi već osuše. Od dotične gljivice na licu kruškina lista javljaju se u početku zelenkasto-žute pjegice koje se postepeno povećavaju mijenjajući u kasnijem stadiju boju u

narančasto-žutu obrubljene klorotičnom zonom, te u središtu zaraze nastaju crne točkice veličine do 1 cm. To su dakle spermagoniji sa nespolnim sporama, spermacijama. Nastali su kopulacijom fiziološki različitih (+ i -) bazidiospora. Od infekcije kruške do pojave spermagonija potrebno 19-33 dana (Cvjetković, 1999.).

Na mjestu pjega na licu s druge strane, na naličju lista, javlja se hipertrofirano tkivo koje je zapravo stroma na kojoj će se razviti ecidija s ecidiosporama nastala kopuliranjem sada fiziološki različitih (+ i -) spermagonija. Ta zadebljanja poprimaju oblik roščića ili grbastog izraštaja čineći tako otvor ecidije zaštićenog ovojnicom tzv. peridiumom. Nakon što se formiraju ecidiospore, peridium (Slika 4.) uzdužno puca i ecidiospore se raspršuju van poput narančasto-smeđe prašine, prenoseći tako vjetrom zarazu na vrste



Slika 4. Ecidije s peridiumom

roda *Juniperus*, u našem slučaju na *Juniperus sabina*. Na mjestu infekcije grane somine dolazi do hiperprodukcije kore, uslijed čega grane zadebljavaju. Tako zaražene biljke proživljavaju još nekoliko godina, a potom se osuše. Dvije godine od trenutka zaraze na inficiranim mjestima grana *Juniperusa* stvaraju se teleutosorusi.

Godinama uzastopno ponavljajuće infekcije uzrokuju deformaciju ploda te smanjenu asimilacijsku površinu lista kruške

uslijed čega dolazi do prijevremene defolijacije. Na taj način biljka slabi. Ako se pak zaraza proširi na grane i to jednogodišnje izboje, također se formiraju ecidije i nastaju promjene u obliku rak-rana. Micelij se širi unutar grančica, pa pod utjecajem jakog vjetra ili same težine plodova, grana lako puca. Upravo zbog ovog problema teško se postiže određeni uzgojni oblik krušaka te je ta pojava naročito opasna kod mladih nasada u razvojnoj fazi formiranja krošnje.



Slika 5. Simptomi bolesti kruškin pikac, na plodovima kruške.
(Cvjetković, 1999.)

2. Cilj istraživanja

Utvrdjivanje načina razvoja i manifestacije bolesti kruškinog pikca u urbanim sredinama; u kojoj mjeri je u kontekstu bolesti prisutna zavisnost jedne biljke o drugoj; vrijeme infekcije odnosno vrijeme prodora gljivice u biljku završavajući ostvarivanjem parazitskog odnosa; prezimljavanje gljivice te daljnji razvoj bolesti i njen utjecaj na produktivnost kruške cilj je poduzetog istraživanja.

Uz sve prisutniju bolest potrebno je praćenje njenog ciklusa te je potrebno utvrditi kako *Juniperus* i krušku najbolje zaštititi ukoliko se obje vrste nalaze u određenoj blizini.

U gradu Zagrebu gotovo se ustalila i malo je poduzetih mjera njenog suzbijanja. Iako nema ekonomski značajnih šteta to je iz razloga što u urbanim sredinama nema velikog broja stabala krušaka. Međutim, oprezu je nužan obzirom i na rasprostranjenost ukrasnih *Juniperusa* u parkovima i na zelenim površinama grada budući da zaražena biljka nakon nekoliko godina sasušuje. Ukoliko su zaraženi, a u blizini je po koja kruška, bolest neće izostati.

Također valja istaknuti da su u ovom istraživanju korišteni fungicidi koji su namijenjeni tretiranju protiv krastavosti ploda jabuke *Venturia inaequalis* (Cooke) Winter sinonima *Fusicladium dendriticum* (Wallr.) Fuckel, krastavosti ploda kruške, *Venturia pirina* Ad. odnosno konidijski stadij *Fusicladium pirinum* Lib. et Fuck. te protiv pepelnice jabuke *Podosphaera leucotricha* (Ell. & Ev.) Salm. odnosno nespalnog stadija *Oidium farinosum* (Cooke) budući da u nas nema posebno registriranog fungicida za suzbijanje kruškine hrđe.

3. Materijal i metode rada

Tijekom ranog proljetnog razdoblja, dok je gljivica van kruške domaćina, na ispitivanje i determinaciju konkretne vrste kruškinoz pikca uzeti su uzorci, teleutosorusi s *Juniperusa* na lokalitetu u gradu Zagrebu, točnije iz Jurjevske ulice. Laboratorijskim mikroskopiranjem teleutosorusa utvrđeno je da se radi o vrsti *Gymnosporangium fuscum* DC., uzročniku bolesti kruškinoz pikca. Za utvrđivanje perioda širenja zaraze teliosporama moguće je teleutosoruse staviti u bijelu čašu s vodom. Ako se roščići prošire dok se umaču i voda se oboji narančasto za nekoliko sati, teleutosorusi su još uvijek sposobni stvarati spore za budućeg kišnog razdoblja. Navedeni uzorci su pohranjeni u alkoholu.

Cjelokupno istraživanje vremenski je trajalo dvije godine, budući da kompleksnost bolesti zahtijeva zapažanje tijekom zime kad ona dakle prezimljava na *Juniperusu*, i tijekom proljeća, ljeta i jeseni kad bolest seli sa zimske primarne biljke hraniteljice na sekundarnog domaćina krušku, gdje se introdukira, razvija, te ostvaruje najintenzivniji dio ciklusa oboljenja. U početku istraživanja pokus je postavljen na samo jednom lokalitetu, u Jurjevskoj ulici, gdje postoji osam stabala kruške, dok je u drugoj godini istraživanja pokus proširen na još jedan lokalitet na Bukovcu gdje pak postoje dva stabla.

Zanimljivo je istaknuti da se u urbanim sredinama bolest kruškinoz pikca pojavljuje na pojedinačnim stablima ili pak manjim skupinama stabala. Uobičajena udaljenost kruška-*Juniperus* do 2 kilometra, u gradovima se uglavnom, ali ne i nužno, znatno smanjuje zbog kuća, zidova, pregrada, čak i živice, te otprilike iznosi oko 150 do 200 metara, a zbog čega je i sama mogućnost zaraze bitno smanjena i ispod je gospodarski značajne razine štetnosti.

Dakle, nakon što je na obližnjim *Juniperusima* utvrđeno da teleutosorusi pripadaju gljivici *Gymnosporangium fuscum*, postavljanju prvog pokusa pristupilo se u proljeće 2000. godine na lokalitetu Jurjevska ulica. Potom je uslijedilo proljetno pravovremeno prskanje krušaka koje se obavlja u kretanju vegetacije, u fazi početka otvaranja pupova. Od ukupno osam tretiranih stabala prve je godine prskano njih 7, a jedno je ostavljeno netretirano za usporedbu i kontrolu. Ukoliko nakon prvog tretiranja fungicidima uslijedi značajnije kišno razdoblje, razmaci između tretiranja moraju biti manji, od 7 do 10 dana, a ako kiše nema, među razmak se može produljiti i do 12 dana. Prskanje je izvedeno početkom travnja tri puta, 6.travnja, 2000., 14.travnja,

2000. te 26.travnja, 2000. dakle u razmacima od 8 dana od prvog tretiranja i 12 dana od drugog do posljednjeg prskanja, sukladno vremenskim prilikama (kiša).

U pokusu su korišteni slijedeći fungicidi trgovačkih naziva i u navadenim koncentracijama: Baycor WP 25, 0,1%, Dithane M-45, 0,25%, te Stroby 0,02%, iduće godine i Topas-C. Fungicid Topas-C sadrži 47,5% aktivne tvari kaptan te 2,5% aktivne tvari penkonazol registriran je za suzbijanje krastavosti ploda jabuke i kruške te pepelnice jabuke, dok je fungicid Dithane M-45 80% aktivne tvari mankozeb registriran protiv krastavosti jabuke i kruške. Slijedeći korišteni fungicid trgovačkog naziva Stroby sadrži 50% aktivne tvari krezoksime-metil, a registriran je protiv krastavosti jabuke i pepelnice jabuke. Svi spadaju u grupu fungicida s površinskim djelovanjem, a preparat Stroby još u podgrupu strobilurina. Strobilurini su produkti viših gljiva konkretno iz gljivice *Strobilurus tanacellus* koja raste na otpalim češerima *Pinus sylvestris* L. Djeluju fungicidno na patogene gljive iz raznih sistematskih skupina inhibirajući mitohondrijalnu respiraciju blokadom prijenosa elektrona kod citokroma bc 1 kompleksa. Budući da dolaze iz prirode, teško da će se javiti rezistentnost odnosno stečena neosjetljivost patogena na djelatnu tvar. Fungicid trgovačkog naziva Baycor WP 25, koji pripada skupini triazola s 25% aktivne tvari bitertanol, je sistemičan fungicid tj. on adsorbira aktivnu tvar, tj. prodire u biljku i kola njenim sokovima nepromijenjen ili u obliku metabolita na veće ili manje udaljenosti štiteći je tako inhibiranjem sinteze ergosterola patogena. Ergosterol ima strukturalnu (građevni dio stanične stijenke) i funkcionalnu (utječe na enzime pomoću kojih gljiva uzima hranjive tvari iz okoline) ulogu u gljiva. Kada se poremeti njegova sinteza dolazi do promjene u propustljivosti i enzimskoj aktivnosti stanične membrane sprečavajući uzimanje hranjiva iz supstrata odnosno kruške.

Iduće 2001. godine istraživanje je prošireno i na drugi lokalitet na Bukovcu, gdje je tretiranje fungicidima započelo nakon uočavanja teleutosorusa na obližnjem *Juniperusu* koji su u trenutku zamjećivanja, 23. ožujka 2001. bili veličine 5 – 6 milimetara što je uznapredovala faza te je zbog te činjenice svaki tretman fungicidima zakašnjeli i sa bitno smanjenom mogućnošću izliječenja. Također se provelo prskanje *Juniperusa*, izvora zaraze. Budući da na spomenutom lokalitetu postoje samo dva stabla svaka veća grana prskana je različitim vrstama fungicida uz polaganje pažnje na raznošenje čestica tekućine (tzv.drift) fungicida i na grane za koje nije namijenjen.

Na lokalitetu Jurjevska te druge godine, na inzistiranje vlasnika voćaka, tretiranje kruške provedeno je samo s fungicidom Baycor, te na istom lokalitetu je i sad ostavljeno jedno netretirano stablo poradi kontrole. Na lokalitetu Bukovac umjesto fungicida

Stroby u koncentraciji 0,02% korištenog prethodne godine na lokalitetu Jurjevska, korišten je Topas-C i to u koncentraciji od 0,15%. Stabla su isto tako prskana krajem ožujka po tri puta, konkretno 23.3.2001., 02.04.2001., te 15.04. 2001. godine u razmacima od 10 dana od prvog do drugog prskanja i 13 dana od drugog do trećeg prskanja. U svibnju konkretno 25.svibnja iste godine uočeni su prvi simptomi na listovima kruške s ponekom pjegom na listu.

Uzorci su prve godine sa lokaliteta Jurjevska uzeti 20.srpnja 2000.godine, dok su druge godine sa oba lokaliteta uzeti 27.rujna 2001. Uzorkovalo se metodom slučajnog odabira 100 listova. Sa svakog pojedinog stabla uzeto je po 100 listova kruške, a uz pomoć *Townsend-Heuberger*-ove metode izračunat je postotak zaraze lisne površine krušaka u odnosu na kontrolu (stablo koje nije tretirano), a dobiva se iz formule:

$$\% \text{ zaraze lisne površine} = \frac{\text{Ukupan zbroj ocjena} \times 100}{\text{Ukupan broj očitanih listova} \times \text{skala (5)}}$$

Prema dolje navedenoj skali izračunava se postotak zaraze lisne površine kruške. Skala, dakle, uključuje 0 što znači da na dotičnom listu zaraze uopće nema. U navedenom variranju sve do kada je površina lista zaražena više od 51%.

0 = 0% nema zaraze
1 = 1 - 5% zaraze
2 = 6 - 10%
3 = 11 - 25%
4 = 26 - 50%
5 = > 51%

Nadalje, pomoću *Abbott*-ove formule ustanovljena je djelotvornost preparata, a formula glasi:

$$\text{djelotvornost} = 100 - \frac{\% \text{ zaraze preparata} \times 100}{\% \text{ zaraze na kontroli}}$$

4. Rezultati

Rezultati provedenih tretiranja u prvoj godini prikazani su u tablicama od 1 do 4, što uključuje fungicide trgovačkih naziva koje smo koristili: Baycor, Dithane i Stroby, te četvrta podrazumijeva kontrolu. Također, brojevi u tablicama od 1 do 4 predstavljaju postotak zaraze lisne površine naspram zaraze na kontroli (navedene u skali od 0-5).

Rezultati u drugoj godini provedenog pokusa prikazani su u tablicama od 5 do 9, uključujući i kontrolu, s nešto drugačijom paletom korištenih fungicida. Naime druge godine pokus je postavljen na dva različita lokaliteta. Na lokalitetu Jurjevska tretirana su sva stabla samo s fungicidom trgovačkog naziva Baycor aktivne tvari bitertanol. Umjesto fungicida trgovačkog naziva Stroby u drugoj godini pokusa korišten je Topas-C fungicid, oba s površinskim djelovanjem.

U prvoj godini pokusa na lokalitetu Jurjevska kada su korišteni slijedeći fungicidi: Baycor, Dithane i Stroby (prilog 1.), sa najvećom djelotvornošću pokazao se fungicid Baycor jer od 100 slučajno uzetih listova kruške niti jedan nije bio zaražen (tablica 1.). Dithane je pokazao nešto drugačiju sliku djelotvornosti od 91,26, gdje su od ukupno 126 listova 100 listova bili bez zaraze, 22 lista su imala zarazu koja je pokrivala površinu od 1-5 % površine lista kruške, 3 lista zarazila su površinu lista od 6-10 %, a 1 list prekrio je površinu od 11-25 % zarazom. Dakle, postotak zaraze iznosio je 4,92 % (tablica 2.). Fungicid Stroby bio je najslabiji od korištenih fungicida s djelotvornošću od 86,36, s tim da su 92 lista od ukupno 125 bila bez zaraze, 22 lista s zarazom od 1-5%, 8 listova s zarazom 6-10%, 2 lista s zarazom od 11-25%, a 1 list s zarazom od 26-50%. Postotak zaraze iznosio 7,68% (tablica 3.). Dok smo u kontroli imali postotak zaraze 59,29% (tablica 4.).

U drugoj godini pokusa kada je izvođen na dva lokaliteta, Jurjevska i Bukovac, dobiveni rezultati su slijedeći: Baycor s kojim su tretirana sva stabla na lokalitetu Jurjevska pokazao je djelotvornost od 19,91, a od 134 ukupno uzorkovana lista 76 ih se pokazalo kao ne zaraženi, 38 listova s površinom zaraženom 1-5%, 12 listova zaraženih 6-10% površine, 6 listova 11-25%, a 2 lista s postotkom zaraženosti od 26-50% (tablica 5.). Na lokalitetu Bukovac Baycor je pokazao 100 vrlo visoku zaštićenost lista kruške, dakle s postotkom zaraze 0,00% (tablica 6.). Topas-C fungicid ispoljio je 98,78 djelotvornost na bolest kruškinog pikca, tako da je od 100 uzorkovanih listova 99 bilo u potpunosti zaštićeno, tj. bez zaraze, a 0,20 % zaraze na ostalom lišću od ukupno uzorkovanog (tablica 7.). Preparat Dithane prema podacima iz provedenog istraživanja pokazao je djelotvornost 100 (tablica 8.), dok se na

kontroli te druge godine pokusa pokazalo 16,40 % zaraze na lišću dakle ne tretirane kruške (tablica 9. i prilog 2.).

Tablica 1.: Rezultati učinkovitosti tretiranja fungicidom Baycor WP-25 u prvoj godini pokusa na lokalitetu Jurjevska

BAYCOR 0,1						1
ocjena	I	II	III	IV	Zbroj	zbr. * ocj.
0	100				100	0
1						0
2						0
3						0
4						0
5						0
zbroj	100	0	0	0	100	0
% zaraze =			0,00	djelotvornost =		100,00

Tablica 2.: Rezultati učinkovitosti tretiranja fungicidom Dithane M-45 u prvoj godini pokusa na lokalitetu Jurjevska

DITHANE M-45 0,25						2
ocjena	I	II	III	IV	Zbroj	zbr. * ocj.
0	100				100	0
1	22				22	22
2	3				3	6
3	1				1	3
4					0	0
5					0	0
zbroj	126	0	0	0	100	31
% zaraze =			4,92	djelotvornost =		91,26

Tablica 3.: Rezultati učinkovitosti prskanja fungicidom Stroby u prvoj godini pokusa na lokalitetu Jurjevska

STROBY 0,02						3
ocjena	I	II	III	IV	zbroj	zbr. * ocj.
0	92				92	0
1	22				22	22
2	8				8	16
3	2				2	6
4	1				1	4
5					0	0
zbroj	125	0	0	0	125	48
% zaraze =			7,68	djelotvornost =		86,36

Tablica 4.: Kontrola u prvoj godini izvođenja pokusa na lokalitetu Jurjevska

Kontrola						4
ocjena	I	II	III	IV	zbroj	zbr. * ocj.
0	15				15	0
1	25				25	25
2	26				26	52
3	26				26	78
4	25				25	100
5	34				34	170
zbroj	151	0	0	0	125	425
% zaraze =			59,29	djelotvornost =		0,00

Prilog 1. Pregled korištenih fungicida, njihove koncentracije, %zaraze kruške, te djelotvornost navadenih preparata u prvoj godini izvođenja pokusa

broj	fungicid	koncentracija	% zaraze	Djelotvornost
1	Baycor	0,1	0,00	100,00
2	Dithane	0,25	4,92	91,26
3	Stroby	0,02	7,68	86,36
4	Kontrola		56,29	0,00

Tablica 5.: Rezultati u drugoj godini istraživanja pokusa tretiranog samo s fungicidom Baycor na lokalitetu Jurjevska ulica

BAYCOR Jurjevska 0,1					5	
ocjena	I	II	III	IV	zbroj	zbr. * ocj.
0	76				76	0
1	38				38	38
2	12				12	24
3	6				6	18
4	2				2	8
5					0	0
zbroj	134	0	0	0	134	88
% zaraze =			13,13	djelotvornost =		19,91

Tablica 6.: Rezultati druge godine istraživanja pokusa na lokalitetu Bukovac tretiranog fungicidom Baycor

BAYCOR Bukovac 0,1					6	
ocjena	I	II	III	IV	zbroj	zbr. * ocj.
0	100				100	0
1						0
2						0
3						0
4						0
5						0
zbroj	100	0	0	0	100	0
% zaraze =			0,00	djelotvornost =		100,00

Tablica 7.: Rezultati druge godine istraživanja pokusa na lokalitetu Bukovac tretiranih fungicidom Dithane

DITHANE M-45 0,25					7	
ocjena	I	II	III	IV	zbroj	zbr. * ocj.
0	100				100	0
1	0				0	0
2					0	0
3					0	0
4					0	0
5					0	0
zbroj	100	0	0	0	100	0
% zaraze =			0,00	djelotvornost =		100,00

Tablica 8.: Rezultati druge godine istraživanja pokusa na lokalitetu Bukovac tretiranih fungicidom Topas-C

TOPAS-C					8	
ocjena	I	II	III	IV	zbroj	zbr. * ocj.
0	99				99	0
1	1				1	1
2					0	0
3					0	0
4					0	0
5					0	0
zbroj	100	0	0	0	100	1
% zaraze =			0,20	djelotvornost =		98,78

Tablica 9.: Kontrola druge godine istraživanja pokusa na lokalitetu Bukovac

Kontrola						9
ocjena	I	II	III	IV	zbroj	zbr. * ocj.
0	61				61	0
1	10				10	10
2	17				17	34
3	10				10	30
4	2				2	8
5					0	0
zbroj	100	0	0	0	100	82
% zaraze =			16,40	djelotvornost =		0,00

Prilog 2.: Pregled korištenih fungicida u drugoj godini pokusa na lokalitetu Bukovac

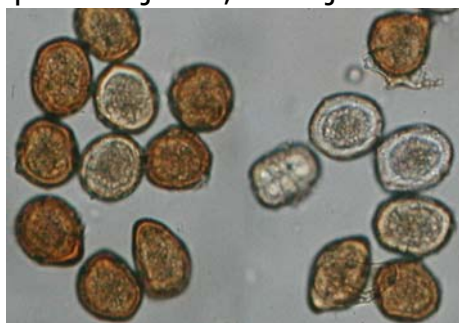
broj	fungicid	koncentracija	% zaraze	djelotvornost
1	Baycor-Jurjevska	0,1	13,13	19,91
2	Baycor-Bukovac	0,1	0,00	100,00
3	Dithane	0,25	0,20	98,78
4	Topas-C	0,15	0,00	100,00
5	Kontrola	-	16,40	-

5. Rasprava

Sve češća pojava i širenje kruškinog pikca u urbanim sredinama potaknula je istraživanje gljivice *Gymnosporangium fuscum*.

U pokusu su se koristila jednaka sredstva kao i za suzbijanje krastavosti ploda jabuke *Venturia inaequalis* (Cooke) Winter, krastavosti ploda kruške *Venturia pirina* Ad. te pepelnice *Podosphaera leucotricha* (Ell.&Ev.) Salm.

Dvogodišnjim praćenjem je potvrđeno da je vrsta gljivice *Gymnosporangium fuscum* heterocijska, odnosno diecijska jer ima dvije biljke hraniteljice, krušku i sominu. Također uočeno je da spada u mikrocikličke gljive tj. one koje imaju nepotpun razvojni ciklus. Naime, nemaju svih pet stadija makrocikličkih rđa, već imaju u našem slučaju stadij 0 koji podrazumijeva stadij spermagonija sa spermacijama, stadij I. odnosno ecidija s ecidiosporama, stadij III.



Slika 6. Zrele (smeđe) i nezrele (bezbojne) ecidiospore *Gymnosporangium fuscum*

odnosno stadij teleutosorusa s teliosporama te stadij IV. tzv. stadij bazidija s bazidiosporama. Dakle gljivica nema stadij II. odnosno stadij uredogeneracije. Stadij spermacija sa spermagonijima u mikologiji se označava kao stadij 0. On nastaje klijanjem bazidiospore te predstavlja okruglo ili kruškoliko nesporno plodno tijelo koje sadrži spermacije, jednostanične spore, vrlo sitne i bezbojne. Ponegdje se još naziva

piknid s piknosporama. Nastaje na licu lišća, te je udubljen u tkivo lista. Nazvan u mikologiji kao stadij I. označuje stadij ecidija s ecidiosporama koji najčešće nastaju na naličju lista, a predstavlja zvonoliko tijelo gdje u lancima vise nesporno, jednostanične, blago smeđe ili bezbojne ecidiospore (Slika 6.). Ta boja dolazi od mase spora, pa je i tako jačina boje karakteristika vrste. Stadij III.



Slika 7. Teliospore *Gymnosporangium fuscum*

predstavljaju teleutosorusi odnosno nakupine spolnih, trajnih teliospora (Slika 7.), koje klijanjem daju phragmobazidij koji predstavlja stadij IV, stadij bazidija s fiziološki različitim bazidiosporama.

Dobiveni rezultati zanimljivi su obzirom da je pokus provođen na dva različita lokaliteta u gradu u dvije uzastopne godine. Temeljem dobivenih rezultata prve godine pokusa na lokalitetu Jurjevska može se zaključiti da gljivicu *Gymnosporangium fuscum* na području grada Zagreba najučinkovitije suzbija preparat trgovačkog naziva Baycor WP 25 na bazi aktivne tvari bitertanol. I ostali primjenjeni fungicidi pokazali su je vrlo visoku djelotvornost te godine. Od svih 100 metodom slučajnog odabira uzetih listova pokazali su se potpuno zdravi, dakle postotak zaraze kruške iznosio je 0,00%, dok je na kontroli, gdje se bolest pojavila u prirodnim uvjetima bez tretiranja fungicidom, postotak zaraze iznosio 56,29%.

Također, tretirana stabla kruške sa fungicidom trgovačkog naziva Dithane M-45 na bazi aktivne tvari mankozeb ispoljili su dovoljno visoku učinkovitost odnosno djelotvornost od 91,26. Postotak zaraze bio je samo 4,92%.

Treći u paleti korištenih fungicida Strobby pokazao se te godine kao preparat najniže djelotvornosti u odnosu na prethodna dva. Prema rezultatima njegova djelotvornost iznosila je 86,36, a zaraze je bilo na 7,68% lisne površine krušaka.

Rezultati se razlikuju uspoređujući dvije godine provedenog pokusa. U drugoj godini na lokalitetu Bukovac, gdje je pokus provođen samo druge godine, preparat Baycor pokazao se i dalje kao najučinkovitiji fungicid za suzbijanje navedene bolesti. Na lokalitetu Jurjevska djelotvornost spomenutog preparata ispoljila je 19,91, s postotkom zaraze lisne površine 13,13%. Razlog tome je u vremenu izlaženja teleutosorusa te mogućem vremenu njihovog infekcijskog potencijala vezane uz vremenske uvjete te godine i time za vrijeme primjene preparata. Prema podacima, tretirali smo u prvoj godini 14 dana kasnije naspram druge kada je već bilo zabilježeno izlaženje teleutosorusa. 23 ožujka 2001. teleutosorusi su zabilježeni veličine 5mm. Također, uslijed drugačijih vremenskih uvjeta (kiša potencira aktivnost teleutosorusa) u odnosu na godinu 2000. infekcijsko vrijeme teleutosorusa *Juniperusa* bilo je te godine znatno duže što upućuje da smo trebali provesti još jedan do dva naknadna prskanja kako ne bi došlo do zaraze kruške. Budući da ih nismo proveli, došlo je do velike zaraze kruške, odnosno slabe djelotvornosti preparata (19,91). Osim navedenoga, značajno je da je na lokalitetu Jurjevska tek na kraju pokusa uočen još jedan zaraženi *Juniperus* na obližnjoj zelenoj površini.

Do sad je zaraza utvrđena na slijedećim lokacijama u gradu Zagrebu:

Kosirnikova ulica, Vinogradska, Jurjevska, Šestine te područje Bukovca, s općom tendencijom širenja.

6. Zaključak

1. Gljivica *Gymnosporangium fuscum* zahtijeva dvije biljke hraniteljice, *Juniperus* i krušku, kako bi upotpunila svoj ciklus, dakle, ne može preživjeti u odsustvu jednog od navedenih.

2. Ukoliko do zaraze dođe, u područjima s manje *Juniperusa* mogu se ukloniti teleutosorusi, širitelji zaraze, s *Juniperusa* ili pak ukloniti cijelu biljku *Juniperusa*.

3. Temeljem dobivenih rezultata fungicid trgovačkog naziva Baycor WP-25, aktivne tvari bitertanol, najučinkovitije suzbija bolest kruškina pikca u urbanim sredinama, uz ne ispoljene simptome fitotoksičnosti.

4. Na spomenutim područjima grada potrebno je i dalje praćenje širenja gljivice *Gymnosporangium fuscum* uz napomenu da su se ove godine, teleutosorusi već pojavili 4. ožujka, 2002, znatno ranije u odnosu na prošlu godinu.

5. Pojava kruškinog pikca u kontinentalnom dijelu Republike Hrvatske, a konkretno na području grada Zagreba, gdje je i poduzeto dato istraživanje direktna je posljedica globalnog zatopljenja. Naime, bolest kruškinog pikca karakteristična je za toplija klimatska područja, te je u Republici Hrvatskoj inače prisutna na obalnom pojasu gdje već duži niz godina izaziva veće ili manje štete ovisno o broju stabala krušaka koje se uzgajaju. U obalnim područjima *juniperus* je sastavni dio autohtone flore.

7. Sažetak

Gljivica *Gymnosporangium fuscum* uzročnik je bolesti kruškina pikca, donedavno bolesti samo obalnog dijela Republike Hrvatske, a danas i kontinentalnog područja gdje se sve češće pojavljuje iz godine u godinu, pa tako nalazimo i na takav slučaj u urbanim sredinama.

Bolest kruškina pikca manifestira se na lišću, granama, rijetko na plodovima, uzrokujući žuto narađaste pjege na licu lišća tzv. spermagonije s spermacijama, roščiće na naličju tzv. ecidije s ecidiosporama, hipertrofije na granama i plodovima, koje slabe te dolazi do prijevremene defolijacije, odnosno, ako se pojavi na granama do njihovog pucanja zbog težine plodova ili utjecaja vjetra. Ako se pojavi na plodu, on je deformiran uslijed rasta ecidija na njegovoj površini.

Prihvatljivo rješenje njenog suzbijanja je sadnja zdravog sadnog materijala njenog domaćina iz roda *Juniperus*. Ako već postoji zaraženi *Juniperus* na određenom području, a u blizini je kruška, može se zaražena biljka *Juniperusa* odstraniti. Predjele gdje je *Juniperus* autohtona vrsta, kao naše mediteransko područje, bilo bi najispravnije pratiti pojavu teleutosorusa te pristupiti, još uvijek, pravovremenom tretiranju fungicidom aktivne tvari bitertanol trgovačkog naziva Baycor WP 25 koji se prema rezultatima dvogodišnje provedenog pokusa pokazao kao najdjelotvorniji.

8. Popis literature

Ciglar, I. (1998.) : Integrirana zaštita voćnjaka i vinograda; Sveučilište u Zagrebu; Agronomski fakultet; Zagreb

Cvjetković, B. (1999.) : Bolesti kruške; Glasnik zaštite bilja; 5;

Cvjetković, B. (1997.) : Upozoravanje na nove bolesti; Glasnik zaštite bilja; 1;

Ettinger, N. (1997.): Glasnik zaštite bilja ; 2;

Glavaš, M. (1999.): Gljivične bolesti šumskoga drveća; Sveučilište u Zagrebu; Šumarski fakultet; Zagreb

Gliha, R. (1997.) : Sorte krušaka u suvremenoj proizvodnji; Fragaria; Zagreb

Grasso, V. (?) : I *Gymnosporangium* di alcuni boschi della Toscana e le loro forme picno-ecidiche; Stazione di Patologia Vegetale; Roma, Italija

Kern, F. (1973) : A revised taxonomic account of *Gymnosporangium*; the Pennsylvania state University, Pennsylvania

Kišpatić, J. (1992): Bolesti voćaka i vinove loze; Sveučilište u Zagrebu; Fakultet poljoprivrednih znanosti; Zagreb

Kišpatić, J. (1980.): Bolesti voćaka i vinove loze; Sveučilište u Zagrebu; Fakultet poljoprivrednih znanosti; Skripta - Liber; Zagreb

Maceljjski, M. (1992.): Metode i aparati za primjenu pesticida (Aplikacija pesticida); Sveučilište u Zagrebu; Zagreb

Miljković, I. (1991.): Suvremeno voćarstvo;

Prpić, Z. (1966.): *Gymnosporangium sabinae*-rak kore kruške;
Biljna zaštita; 5;

Vidaković, M. (1982.): Četinjače, morfologija i varijabilnost;
Sveučilište u Zagrebu; Šumarski fakultet; Zagreb.